1. 電磁弁

●電磁弁の定義

電磁弁とは、ソレノイド（電磁石）の吸引力を利用して、空気や水などの流体を止めたり流したり、また流れの方向を切り換える弁です。
電磁弁には機構により多くの種類がありますが、図1の2方向電磁弁が基本となります。

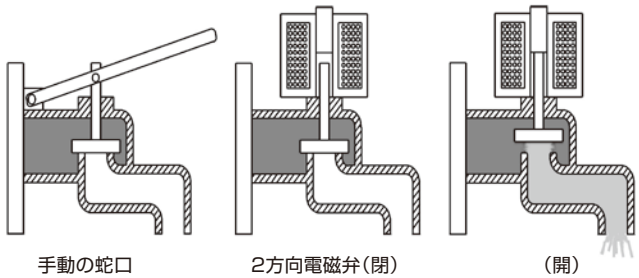


図-1

●電磁弁の構造

電磁弁は、大きく分けて電磁部と弁本体部のふたつの部分から構成されています。

1）電磁部（ソレノイド部）
コイル、ヨーク、プラグナット（固定鉄心）、可動コア（可動鉄心またはプランジャ）から構成されており、電気エネルギーを機械運動に変換する部分

2）弁部
流路の開閉を行うディスク、ダイアフラムあるいはピストン（弁体）とオリフィス（弁座または流路孔）から構成する部分

コイルに電流が流れると磁束が発生し、コアとプラグナットが磁化され、互いの吸引力によりプラグナットにコアが吸引されます。
コアの動きにより弁部は開閉し、流体の流れを制御します（図-2）。

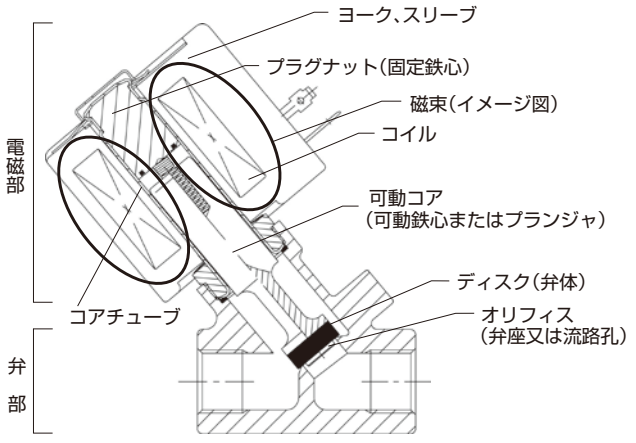


図-2

2. 作動原理

● 直動形電磁弁（図-3）

オリフィス径が1～5mm程度の小形電磁弁で、電磁力によるコアの駆動によって、機械的にオリフィスを開閉します。コアが直接オリフィスを開閉するタイプや「てこ」を利用して開閉させるタイプがあります。
作動は流体の圧力、流量に関係なく、差圧ゼロから最高作動圧力差まで作動します。

直動形電磁弁

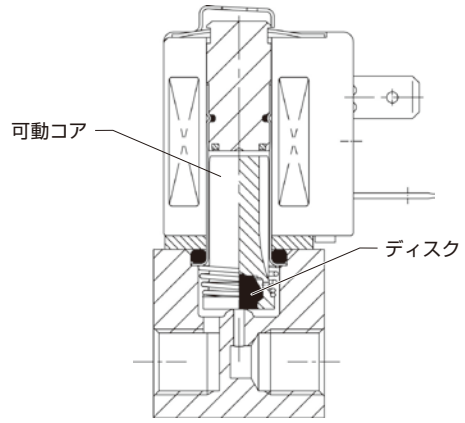


図-3

● 内部パイロット形電磁弁

大形の2方向または3、4方向弁に使用され、直動形電磁弁とピストンまたはダイアフラム等を組み合わせ、流体自身の圧力を利用して配管径と同じぐらいの大きさのメインオリフィスを開閉します。
常時閉の作動は次のとおりです。
コイルを励磁（通電）すると電磁石により可動コアがプラグナットに吸着し、パイロットオリフィスが開きピストンまたはダイアフラムの上部に加わっていた圧力がパイロットオリフィスより排出されます。このためピストンまたはダイアフラムの上下の圧力に不均衡が生じ供給側の圧力でピストンまたはダイアフラムが押し上げられメインオリフィスが開きます。コイルを消磁（非通電）にするとパイロットオリフィスが閉じ、ブリードオリフィスを通って流体圧力がピストンまたはダイアフラムの上部に加わりメインオリフィスを閉じます。
内部パイロット形電磁弁には下記の2種類があります。

□フローティング式ダイアフラム形またはフローティング式ピストン形（図-4）
メインオリフィスの開閉に最低作動圧力差が必要で、入口側と出口側の圧力差が最低作動圧力差に達しない場合はダイアフラムまたはピストンが駆動せずメインオリフィスは開閉しないため流路は切換わりません。
必ず最低作動圧力差を確保して作動させてください。

□ハング式ダイアフラム形またはハング式ピストン形（図-5）
コアとダイアフラムまたはピストンがスプリングで接続されており、励磁（通電）時では電磁石の力によりメインオリフィスが機械的に開けられることにより、最低作動圧力差がゼロの場合でも使用できます。

内部パイロット形電磁弁

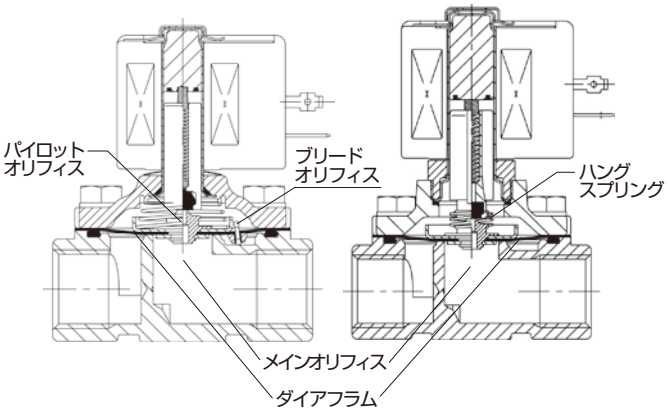


図-4　フローティング式　　図-5　ハング式

● 手動リセット形電磁弁

手動操作と電気操作を組み合わせた安全回路用電磁弁で、弁のリセットを手動で行います。
作動の違いにより下記の3種類のものがあります。
□無電圧解放形(No Voltage Release):励磁(通電)状態でレバーやボタンをラッチの位置まで動かすとレバーやボタンが固定され、このとき初めて流路が切り替わり、弁が開閉します。消磁(非通電)にするとラッチが外れ、流路がもとに戻ります。

□通電解放形(Electrically Tripped):消磁(非通電)状態でレバーやボタンをラッチの位置まで動かすとレバーやボタンが固定され、流路が切り替わり、弁が開閉します。励磁(通電)するとラッチが外れ、流路がもとに戻ります。

フリーハンドル形:消磁(非通電)状態でもハンドルはフリーに動きますがフリーハンドル機構は作動せず、流路は切り替わらないため、この状態では弁は開閉しません。励磁(通電)状態でハンドルをリセットの位置まで動かすことにより初めてフリーハンドル機構が作動し、ハンドルの動きに応じて自由に弁を開閉して流路を切り換えることができるようになります。
消磁(非通電)にするとフリーハンドル機構が解除され流路が元に戻ります。

3. 電磁弁の種類

● 2方向電磁弁(図-6～9)

2方向電磁弁は入口側と出口側の2個の配管接続口を持つ電磁弁です。
(メイン)オリフィスは1 個で次の2種類のタイプがあります。

常時閉(ノーマルクローズ、通電開) :消磁(非通電)時には「閉」状態を保ち、励磁(通電)時に開きます。

常時開(ノーマルオープン、通電閉) :消磁(非通電)時には「開」状態を保ち、励磁(通電)時に閉じます。

2 方向電磁弁

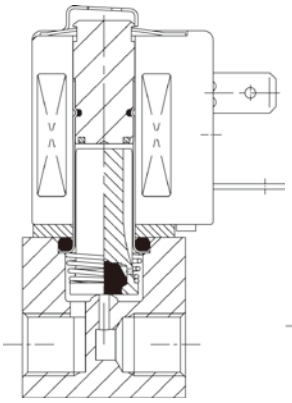


図-6

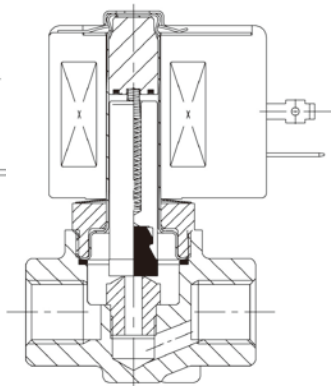


図-7

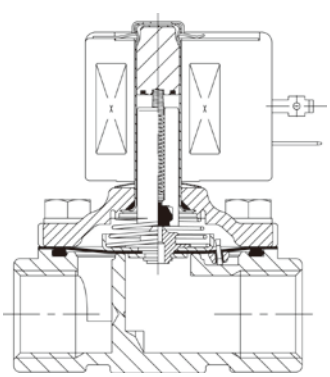


図-8

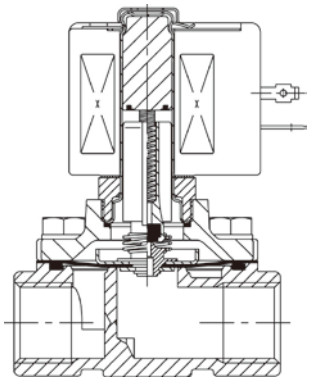


図-9

● 3方向電磁弁(図10～14)

3方向電磁弁は3個の配管接続口〔供給ポート (Press.)、シリンダポート(Cyl.)、排気ポート(Exh.)〕と2個のオリフィス(一方が開けば他方は閉じるように連動して動く)を持つ電磁弁です。
使用目的に最も適応するよう、次の3種類のタイプがあります。
ユニバーサル:常時閉および常時開の機能を持ち、一般に配管接続口のいずれからも供給が可能です。このとき、いずれの場合でも定格圧力は同一です。

常時閉 (ノーマルクローズ、通電開) : 消磁 (非通電) 時に圧力 (流体) の供給は停止しており、シリンダ側圧力(流体)は排気ポートより排出されます。
励磁(通電)すると圧力(流体)は供給ポートよりシリンダ側へ供給されます。

常時開 (ノーマルオープン、通電閉) :消磁 (非通電) 時に圧力 (流体) は供給ポートからシリンダ側へ供給され、励磁(通電)時には圧力(流体)の供給は停止し、シリンダ側の圧力(流体)は排気ポートより排出されます。

3方向電磁弁

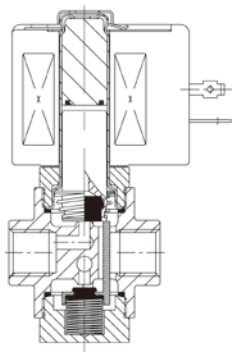


図-10

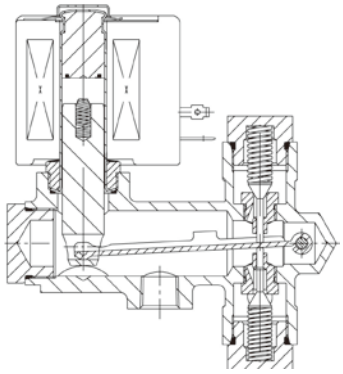


図-11

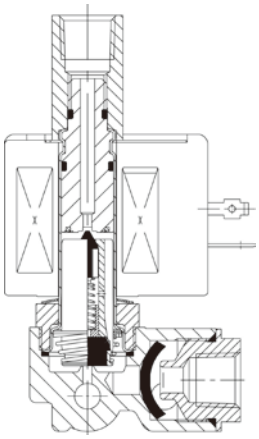


図-12

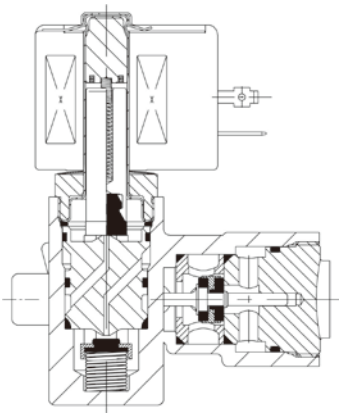


図-13

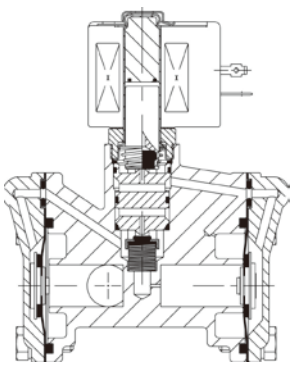


図-14

● 4方向電磁弁(図-15～18)

4方向電磁弁は4個または5 個の配管接続口〔供給ポート (Press.)、シリンダポート (Cyl.A,Cyl.B)、排気ポート (Exh.(または E1, E2)) を持っています。一般に複動シリンダの制御に使用し、励磁(通電)、消磁(非通電)により圧力の供給と排気の流路を切換えます。

4 方向電磁弁

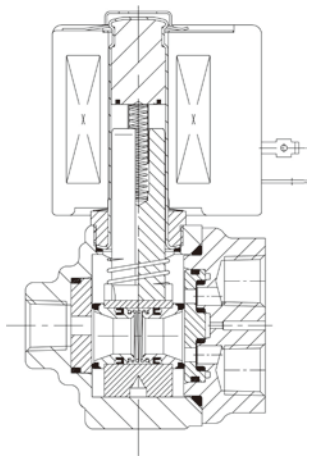


図-15

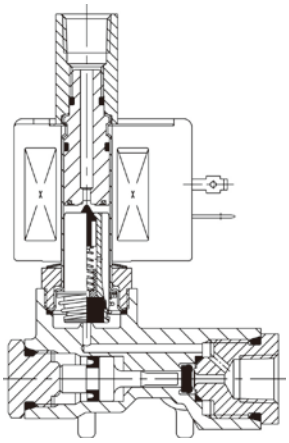


図-16

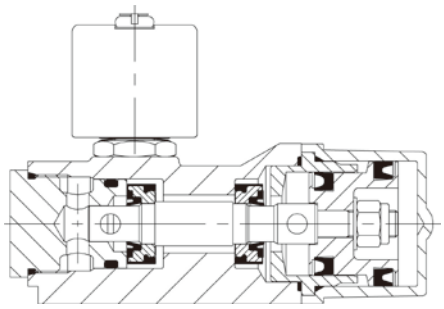


図-17

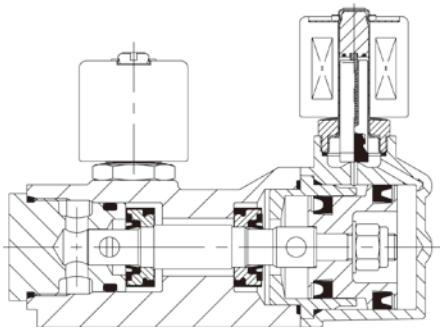


図-18

4. Cv値(流量係数)の算出

電磁弁のカタログには一般的にCv値もしくは有効断面積(S)などの流量係数の項目があります。これはその電磁弁に流すことの出来る流量を表す係数です。

このカタログでは、流量係数としてCv値を使用しています。電磁弁のご選定にあたってこのCv値の決定は非常に重要な要素になります。小さすぎても、大きすぎてもトラブルを生じます。

小さすぎた場合：

1)流量不足を生じる。

2)圧力損失が大きくなる。

大きすぎた場合：

1)非経済的。

2)流れが不安定になる。

3)パイロット式では差圧がとれないため作動不良の原因となる。

なお、流量係数には、有効断面積(S)、Cv 値(Cv)、Kv 値(Kv)等数種類が混在して用いられていますが、弊社製品につきましては、通常Cv値を使用しております。Cv値は流体が水として定義されておりますが、流体が気体の場合にも拡張して使用されています。

□Cv値の定義：1psi(≒6.9kPa)の圧力差で 60˚F(15.5˚C)の水の流量が1分間に1G.P.M.(1ガロン/min=3.785ℓ/min)流れるオリフィスの流量係数をCv=1としています。[IEC 60534-1 により定義。]

4.1 ASCOの流量計算式

a)空気－ガスの場合(圧力単位は MPa(abs))

$$Cv=\frac{V}{2939}\times\sqrt{\frac{T\times G}{\Delta P(2P1-\Delta P)}} \qquad \cdots\cdots\cdots(1)$$

ただし、

V：流量(m^3/h)(標準状態)

T：絶対温度(˚K)(cf. ˚K=˚C + 273)

G：比重(対空気)

P1：バルブ入口圧力(MPa (abs))

(cf. MPa(abs)=MPa(ゲージ圧)+0.10)

P2：バルブ出口圧力(MPa (abs))

ΔP：バルブ圧力損失(MPa)

ΔP = P1 － P2

(ΔP < 0.5 P1 の範囲に限る)

b)液体の場合(圧力単位は MPa(abs))

$$Cv=\frac{V}{45.58}\times\sqrt{\frac{G}{\Delta P}} \qquad \cdots\cdots\cdots(2)$$

ただし

V：流量 (ℓ/min)

G：比重(対水)

(動粘度 65mm^2/S 以下に限る)

c)スチームの場合(圧力単位は MPa(abs))

$$Cv=\frac{W}{138.2\times\sqrt{\Delta P(2P1-\Delta P)}} \qquad \cdots\cdots\cdots(3)$$

ただし、

W：流量(kgf/h)

(ΔP < 0.5 P1 の範囲に限る)

4.2 グラフファクターによる計算方法

弊社では、4.1の式のうち、平方根の部分をグラフから読みとるようにして、式を簡略化したCv値の算出方法も用意しています。(圧力単位は MPa(ゲージ圧))(J3000-5～7 のグラフ参照)

a)空気－ガスの場合

$$Cv=\frac{V}{Fg\times Fsg\times Ft}$$ (V:m^3/h)(標準状態)

b)液体の場合

$$Cv=\frac{V}{Fg\times Fsg}$$ (V:ℓ/min)

c)空気－ガスの場合

$$Cv=\frac{W}{Fg} \qquad (W:kgf/h)$$

ただし、

Fg：弁の入口側圧力(ゲージ圧)と圧力降下によって、Fgグラフから読みとるグラフファクター。

参照計算式

空気・ガス　$Fg=171.7\sqrt{\Delta P(2P1-\Delta P)}$(MPa(abs)単位)

液体　$Fg=45.58\sqrt{\Delta P(2P1-\Delta P)}$(MPa(abs)単位)

蒸気　$Fg=138.2\sqrt{\Delta P(2P1-\Delta P)}$(MPa(abs)単位)

Fsg：液体の比重(G)とFsgグラフから読みとるグラフファクター。

$$Fsg=\frac{1}{\sqrt{G}}$$

Ft：流体の温度Tc(℃)とFtグラフから読みとるグラフファクター。

$$Ft=\sqrt{\frac{273+20}{273+Tc}}$$

4.3 例題

(1)ガスのCv値の求め方

流体が二酸化炭素(比重1.5)で入口圧力 0.7MPa(ゲージ圧)、圧力損失ΔP が 0.1MPa、温度20℃の場合、所要流量60Nm³/hを処理すべき電磁弁のCv値を求めよ。

◎回答1：グラフファクターを用いる場合

$$Cv=\frac{Nm^3/h}{Fg\times Fsg\times Ft}$$

○Fgは[Fgグラフ 空気・ガス0.1～1.0MPa] より、入口圧力0.7MPaとΔP曲線0.1MPaとの交点から下におろしてFgを読みとり　**Fg=66**

○Fsgは[Fsgグラフ] より、二酸化炭素の比重1.5に対するFsgを読みとり　**Fsg=0.82**

○Ftは [Ftグラフ] より読みとるが、例題は常温のため、Ft=1とする　**Ft=1**

$$Cv=\frac{60}{66\times 0.82\times 1}=1.1$$

◎回答2：式(1)を用いる場合(圧力単位は MPa(abs)を使用)

$$Cv=\frac{V}{2939}\times\sqrt{\frac{T\times G}{\Delta P(2P1-\Delta P)}}=\frac{60}{2939}\sqrt{\frac{(20+273)\times 1.5}{0.1\times(2\times(0.7+0.10)-0.1)}}=\frac{60}{2939}\sqrt{2930}=1.1$$

(2)液体のCv値の求め方

比重0.9の油を75ℓ/min 流すのに必要な電磁弁のCv値を求めよ。ただし、油の動粘度は65mm²/S以下として、圧力損失を0.2MPaとする。

◎回答1：グラフファクターを用いる場合

$$Cv=\frac{\ell/min}{Fg\times Fsg}$$

○Fgは [Fgグラフ　液体] よりΔP=0.2MPaに対するFgを読みとり　**Fg=20**

○Fsg は[Fsgグラフ] より、比重0.9に対するFsgを読みとり　**Fsg=1.05**

$$Cv=\frac{75}{20\times 1.05}=3.6$$

◎回答 2：式(2)を用いる場合

$$Cv=\frac{V}{45.58}\sqrt{\frac{G}{\Delta P}}=\frac{75}{45.58}\times\sqrt{\frac{0.9}{0.2}}=3.5$$

(3)蒸気の流量の求め方

流体が飽和蒸気で1次側圧力0.3MPa(ゲージ圧)、圧力損失ΔP が0.05MPa、電磁弁のCv値が0.55の場合の流量(kgf/h)を求めよ。

◎回答 1：グラフファクターを用いる場合

$$Cv=\frac{kgf/h}{Fg}$$

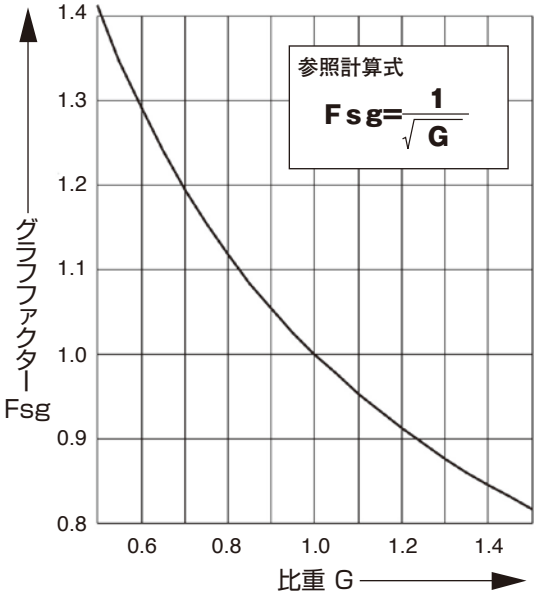
$$0.55=\frac{kgf/h}{27}$$

$$kgf/h=0.55\times 27=14.9$$

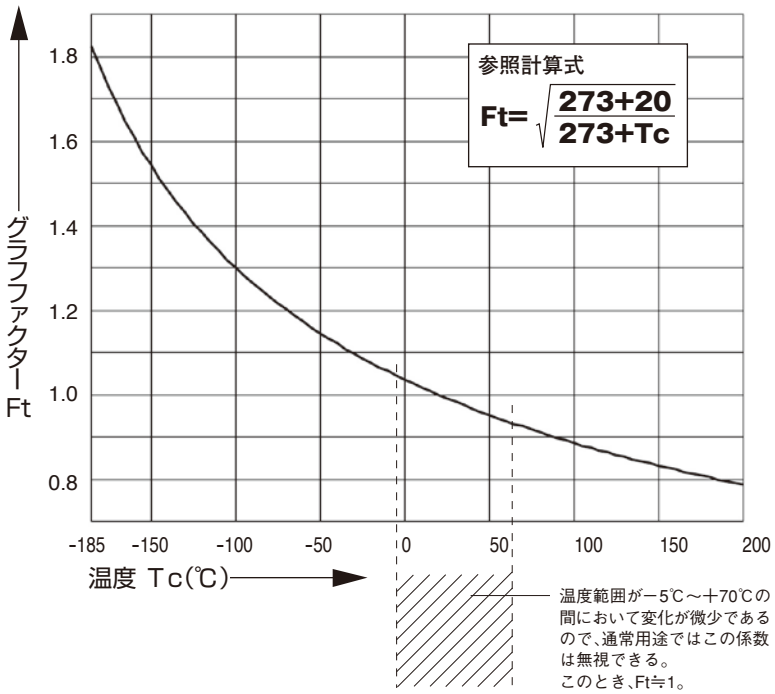
◎回答 2：式(3)を用いる場合(圧力単位は MPa(abs))

$$W=138.2Cv\sqrt{\Delta P(2P1-\Delta P)}$$
$$=138.2\times 0.55\times\sqrt{0.05\times(2\times(0.3+0.10)-0.05)}$$
$$=76.01\times\sqrt{0.0375}=14.7$$

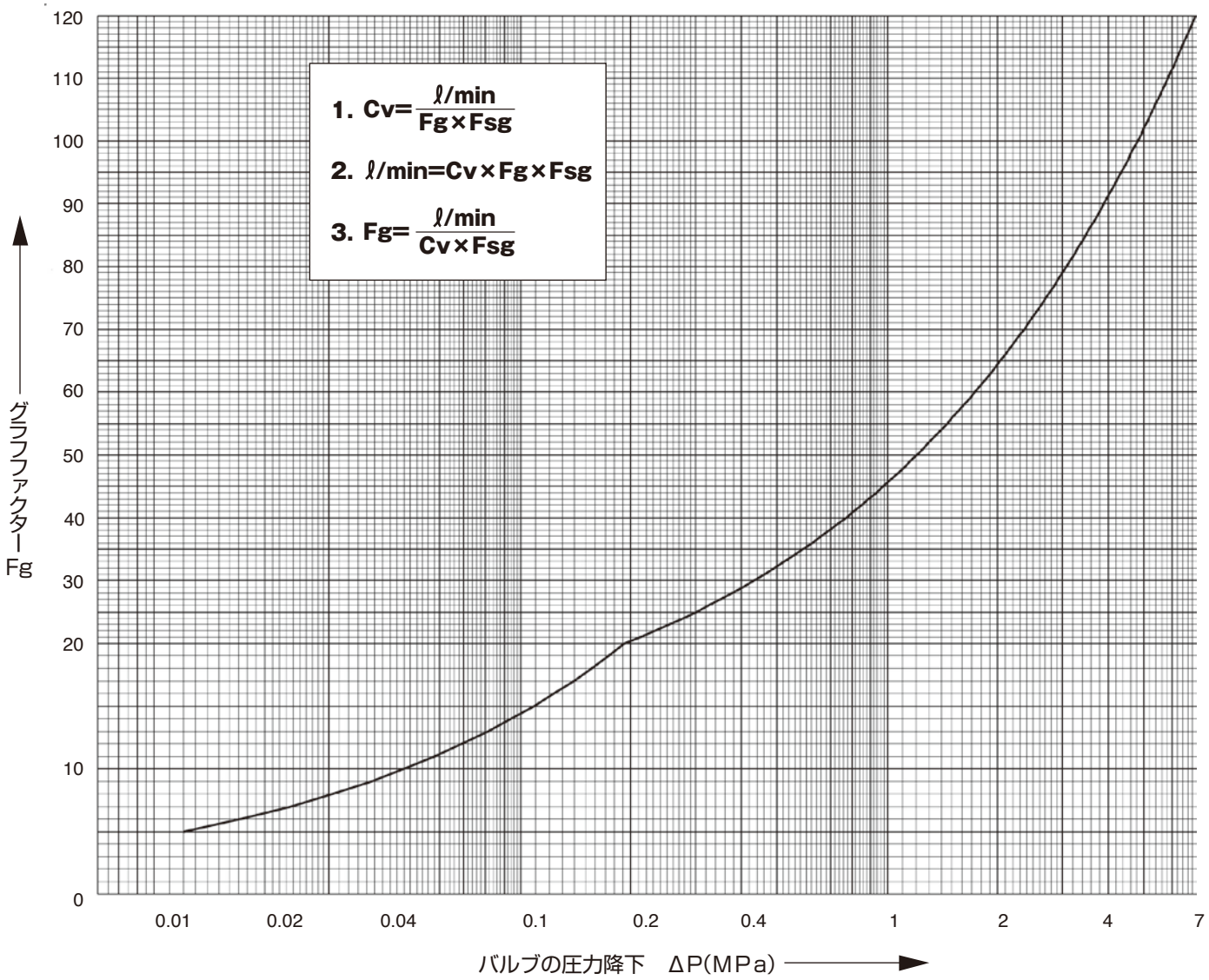
[Fsgグラフ]



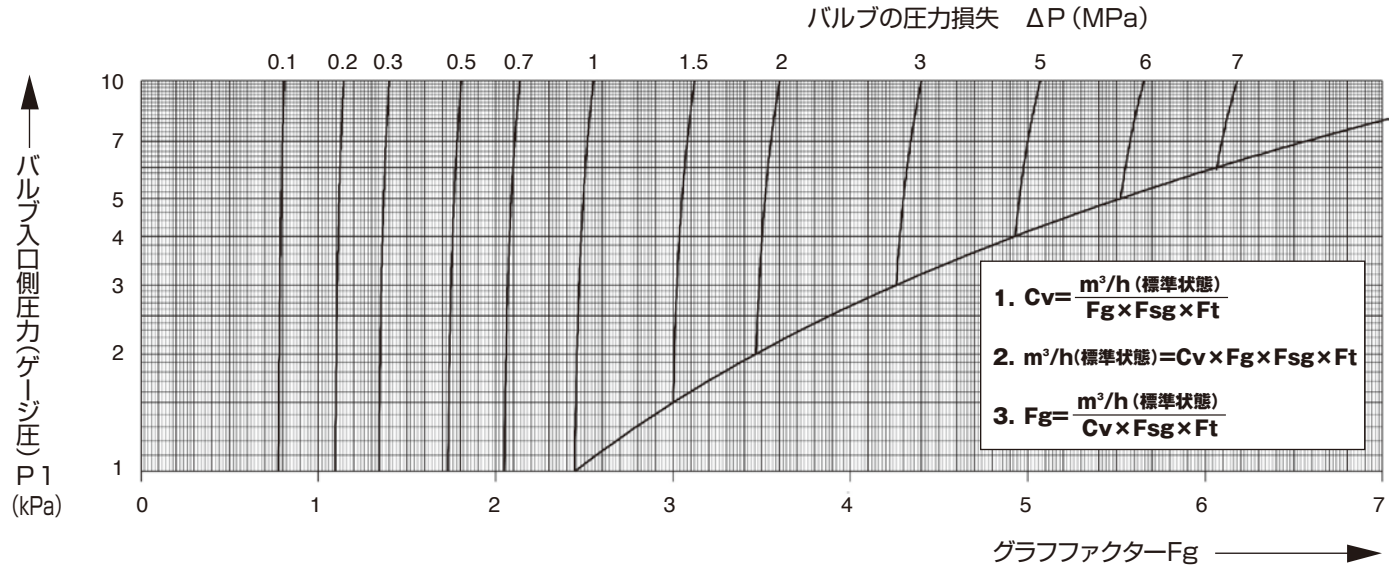
[Ftグラフ]



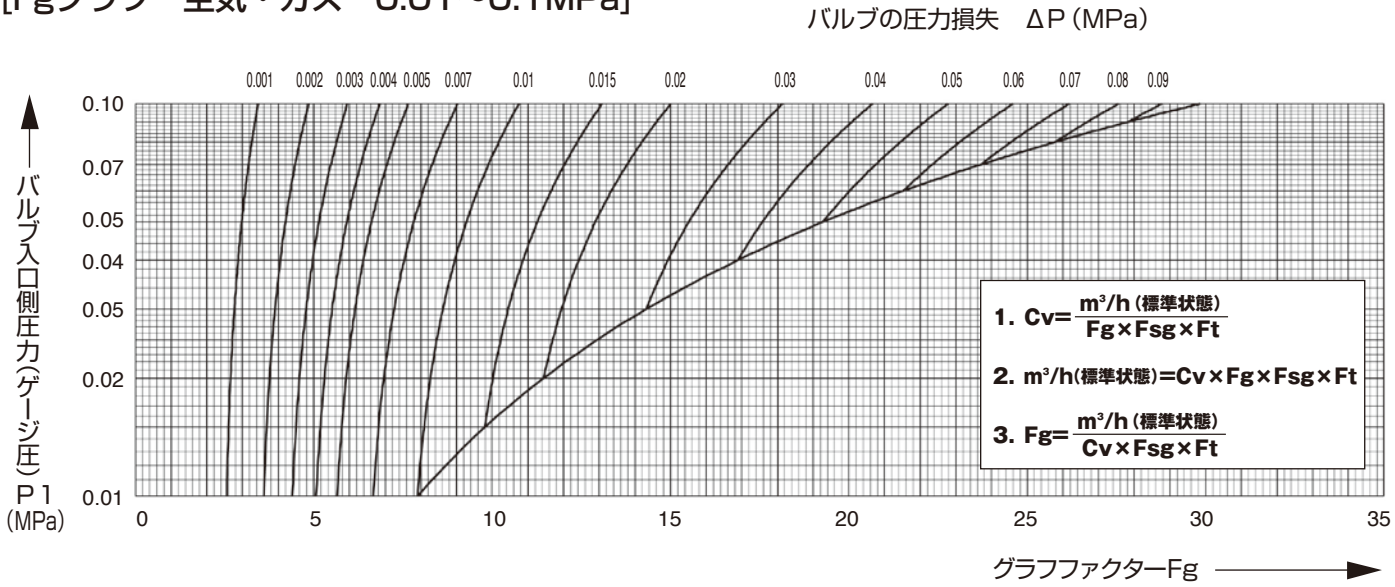
[Fgグラフ　液体]



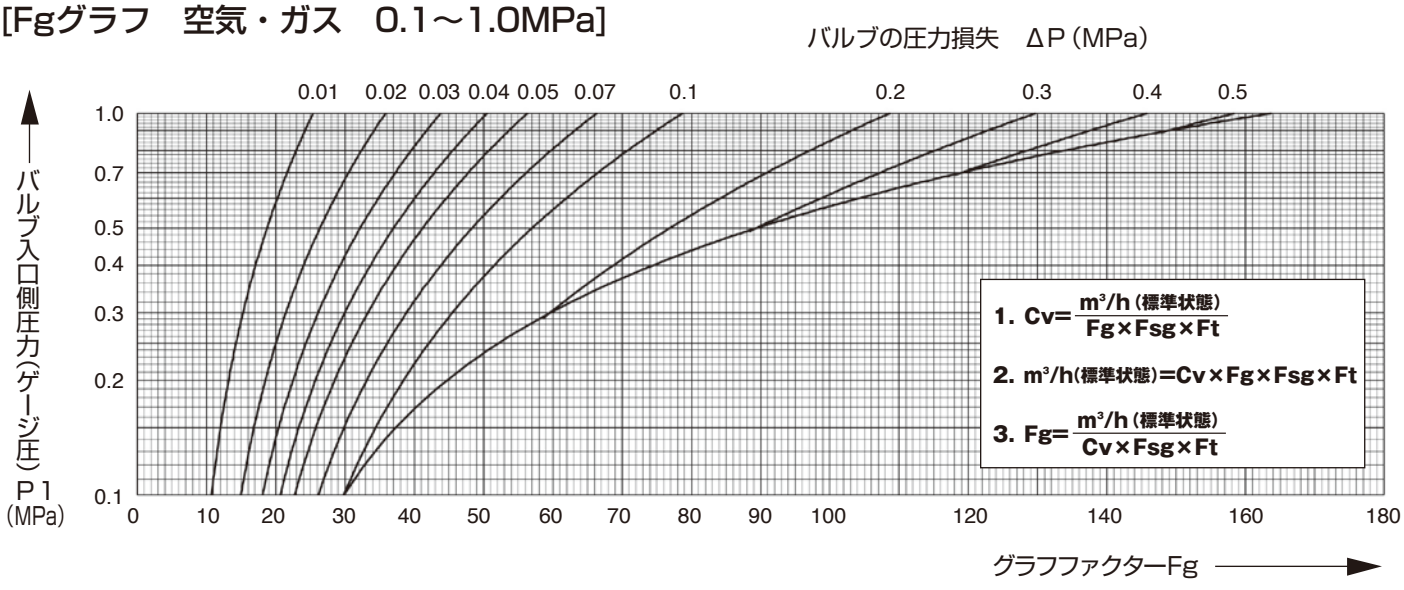
[Fgグラフ　空気・ガス　1～10kPa]


バルブの圧力損失　ΔP（MPa）
0.1 0.2 0.3 0.5 0.7 1 1.5 2 3 5 6 7
10 7 5 4 3 2 1
バルブ入口側圧力（ゲージ圧）P1（kPa）
0 1 2 3 4 5 6 7
グラフファクターFg
1. Cv=m³/h（標準状態）/Fg×Fsg×Ft
2. m³/h（標準状態）=Cv×Fg×Fsg×Ft
3. Fg=m³/h（標準状態）/Cv×Fsg×Ft

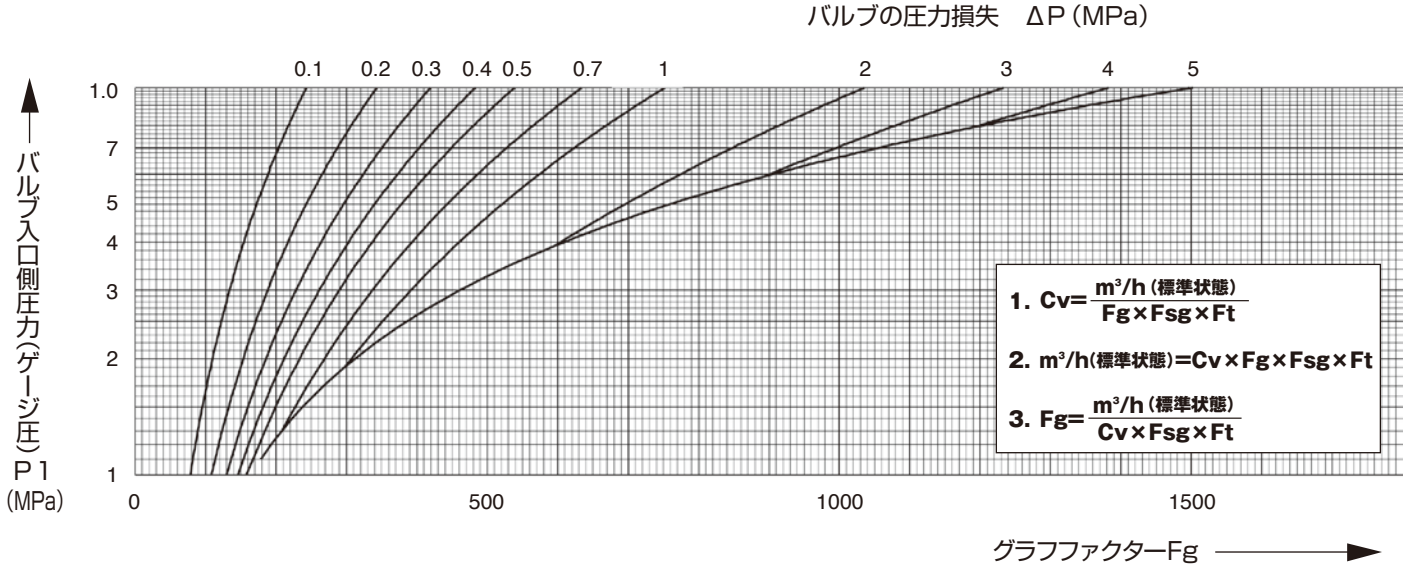
[Fgグラフ　空気・ガス　0.01～0.1MPa]



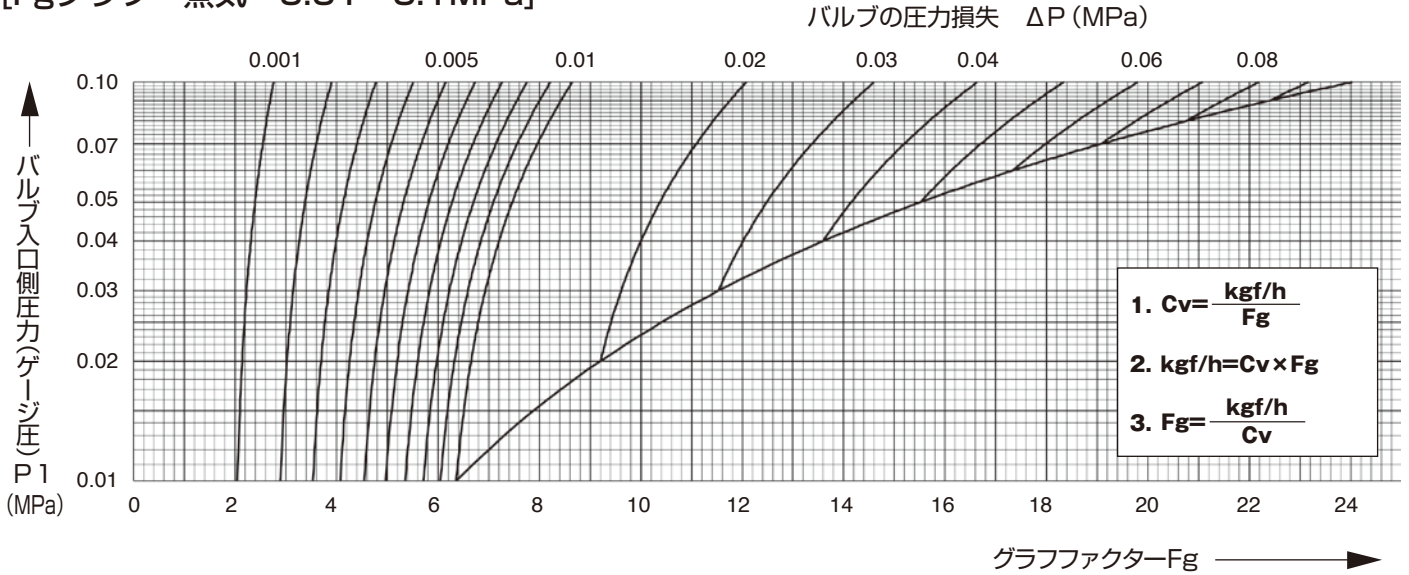
[Fgグラフ　空気・ガス　0.1～1.0MPa]


バルブの圧力損失　ΔP（MPa）
0.01 0.02 0.03 0.04 0.05 0.07 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5
1.0 0.7 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1
バルブ入口側圧力（ゲージ圧）P1（MPa）
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 120 140 160 180
グラフファクターFg
1. Cv=m³/h（標準状態）/Fg×Fsg×Ft
2. m³/h（標準状態）=Cv×Fg×Fsg×Ft
3. Fg=m³/h（標準状態）/Cv×Fsg×Ft

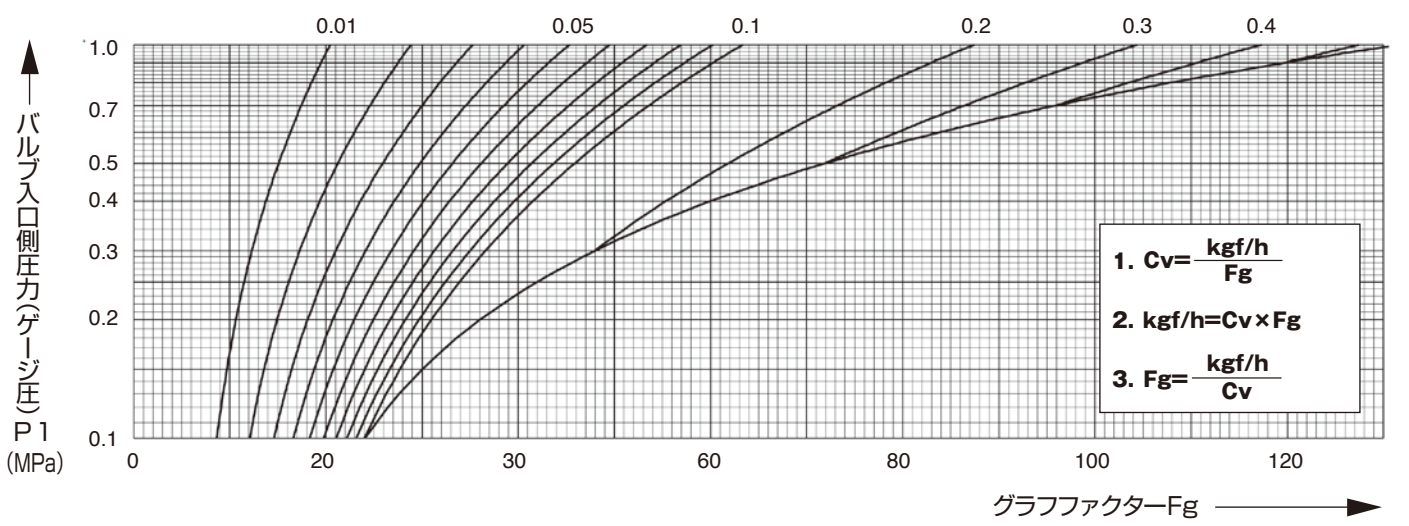
[Fgグラフ　空気・ガス　1.0～10MPa]



[Fgグラフ　蒸気　0.01～0.1MPa]



[Fgグラフ　蒸気　0.1～1.0MPa]



＜比重表＞

◆ガスの比重

名称	化学記号	比重
アンモニア	NH_3	0.60
アセチレン	C_2H_2	0.91
亜硫酸ガス	H_2SO_3	2.26
アルゴン	Ar	1.38
イソブタン	C_4H_{10}	2.07
一酸化炭素	CIO	0.97
塩化水素	HCl	1.27
エチルエテール	$(C_2H_5)_2O$	2.55
塩素	Cl_2	2.49
エタン	C_2H_6	1.05
塩化エチル	C_2H_5Cl	2.22
塩化メチル	CH_3Cl	1.79
エチレン	C_2H_4	0.97
塩化ビニル	CH_2=CHCl	2.16
オゾン	O_3	1.66
クロロホルム	$CHCl_3$	4.12
空気		1
酸素	O_2	1.11
臭化水素	HBr	2.82
水蒸気		0.46
水素	H_2	0.07
窒素	N_2	0.97
二酸化炭素	CO_2	1.53
二酸化塩素	ClO_2	2.33
ブタン	C_4H_{10}	2.08
プロピレン	C_3H_6	1.48
プロパン	C_3H_6	1.56
ヘリウム	He	0.14
ベンゼン	C_6H_6	2.73
メタン	CH_4	0.56
ヨウ化水素	HI	4.48
硫化水素	H_2S	1.19

◆液体の比重

名称	化学記号	比重
安息香酸	$C_7H_6O_2$	1.27
亜麻仁油		0.91～0.94
アセトン	CH_3COCH_3	0.79
アンモニア	NH_3	0.68
塩化メチル	CH_3Cl	0.92
塩素	Cl_2	1.57
塩酸	HCl	1.19
エチルアルコール	C_2H_5OH	0.79
オリーブ油		0.92
ガソリン		0.71～0.75
グリセリン	$C_2H_6O_3$	1.27
軽油		0.80～0.89
コーン油		0.92
酢酸	CH_3COOH	1.07
酸化エチレン	$(CH_2)_2O$	0.90
臭素	Br_2	3.14
硝酸	HNO_3	1.50
重油		0.82～0.96
潤滑油		0.82～0.95
水銀	Hg	13.52
水酸化ナトリウム（苛性ソーダ）	NaOH	2.13
石炭酸（フェノール）	C_6H_5OH	1.07
灯油		0.78～0.84
トルエン	$C_6H_5CH_3$	0.88
トリクロロエチレン	$CHCl$=CCl_2	1.46
二硫化炭素	CS_2	1.29
ヒマシ油		0.96～0.97
ベンゼン	C_6H_6	0.88
水	H_2O	1
ミルク		1.04
綿実油		0.92
メチルアルコール	CH_3OH	0.79
落花生油		0.91
硫酸	H_2SO_4	1.84

◆低温液体の比重

名称	化学記号	比重
液体窒素（−196℃）	LqN_2	0.81
液体酸素（−183℃）	LqO_2	1.14

5. ソレノイド

アスコ電磁弁は耐湿性に優れたモールドコイルを標準装備しており、45cmのリード線がついています。これらはすべて産業用電源に適用できるよう設計しており、特別な場合をのぞき次の表の範囲において連続定格で使用できます。

交　流		直　流	
定格電圧(V)	標準使用範囲(V)	定格電圧(V)	標準使用範囲(V)
24	22-24	6	5.1-6.3
100	93-100	12	10.2-12.6
120	102-120	24	20-25
200	170-200	48	41-50
240	204-240	120	102-126
480	408-480	240	204-252

注:DC 125V, DC 250Vのバッテリ電源用や、特殊な電圧のものが必要な場合は、ご相談ください。

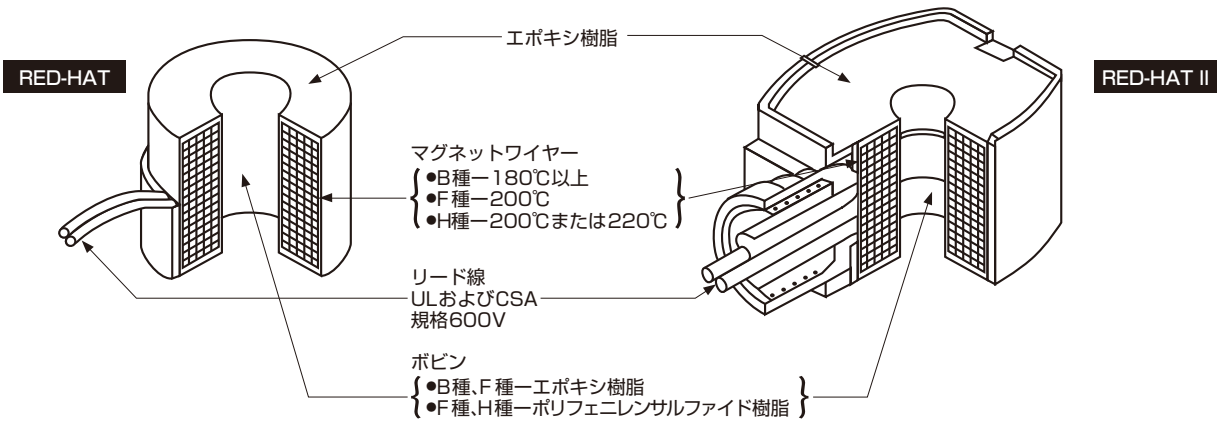
弊社の標準的な製品については、最高作動圧力差を加えた状態で定格電圧から15%低い状態で作動テストを実施しています。また、電圧が定格電圧から10%上昇しても、短時間の使用には充分耐えられるような設計をしています。

なお、上記の電圧よりも広い電圧範囲で使用する場合には異なる絶縁等級のコイルが必要になることがあります。また、コイルの種類(下図参照)がFTまたはHTの製品につきましては、定格電圧の-15%～+10%の範囲で連続通電して使用可能です。

■ コイルの絶縁と耐熱温度

コイルの絶対等級
- B 種：130℃
- F 種：155℃
- H 種：180℃

アスコ電磁弁のコイルの特長
- 防菌
- 防湿
- B、F、H 種コイルの広範な作動範囲



□代表的な消費電力と絶縁等級毎の余裕温度値を示します。(AC の場合、耐圧防爆構造を除く)

高温の流体または周囲温度の上昇のための温度上昇の余裕幅①

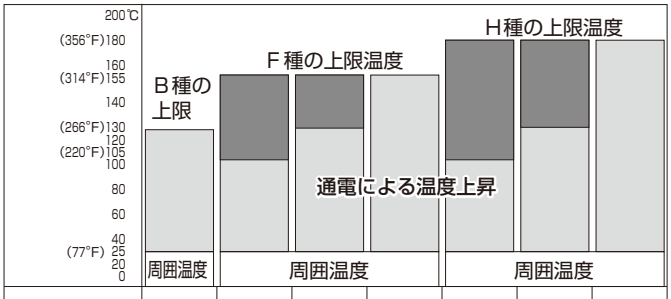
通電によるコイルの自己温度上昇

周囲温度(とりあえず RED-HAT、RED-HAT II それぞれ25℃、51.6℃と設定しています。)

① 周囲温度はコイル温度の上昇に直接影響しますが、流体温度はわずかしか影響しません。
② 抵抗法による測定。
③ 限られた電磁弁に適応します。
④ M5とLXXサイズのソレノイドに適応します。
⑤ M6サイズで50Hz電源仕様の場合は 2W高くなります。

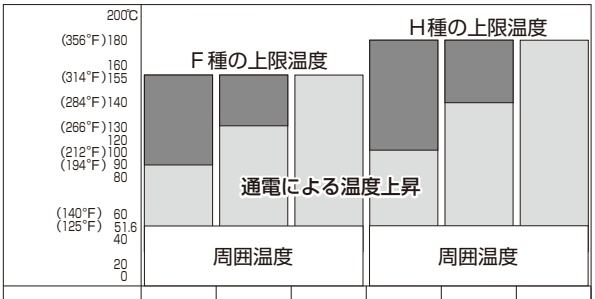
＊ これらのコイル温度に関する値は、防爆製品についての規格や法規は考慮していません。

RED-HAT ソレノイドとコイルの絶縁等級と熱特性②



コイルの種類		B	FT	FB	FF	HT	HB	HP
	MXX	④	10.5	16.7	③	10.5	16.7	20.5
	M12	④	15.4	20	③	15.4	20	28

RED-HAT II ソレノイドとコイルの絶縁等級と熱特性②



コイルの種類		FT	FB	FF	HT	HB	HP
	M6	6.1	9.1⑤	③	6.1⑤	9.1⑤	③
	MXX	10.1	17.1	③	10.1	17.1	③

6. 電磁ケース

電磁弁は、その用途により屋内形、屋外形(防噴流形など)、防浸形、防爆構造等の適切な電磁ケースを搭載したものを使用する必要があります。特に防爆構造電磁ケースについては、その電磁弁の設置場所が日本国内かどうか、また国外の場合は、その設置場所がどのような規格を要求されている国・地域であるのかを十分把握したうえで仕様を満足する適切なものを選択する必要があります。

[注意]電磁ケースは形式を問わず磁気回路を形成しておりますので、電磁ケースを取り外して使用されますと電磁弁の作動に影響を与えます。電磁ケースを取り外した状態での使用はおやめください。

以下に、各電磁ケースの概要をまとめました。

Ⅰ　非防爆電磁ケース

当社非防爆(屋内形・屋外形)電磁弁に関して、適用されている規格には以下のようなものがあります。

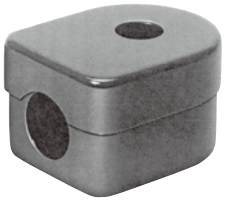
・IP 等級(電気機械器具の防水試験及び固形物の浸入に対する保護等級)(JIS C 0920 (1993) , IEC 60529 (1989) -Degree of protection provided by enclosure (IP code)
この保護等級は、電気機械器具に対する防水性能および固形物の浸入に対しての保護性能を数値で表したもので、JIS C 0920では、IEC 60529をそのまま対応規格として取り入れています。

・NEMA規格(National Electrical Manufacturers Association)
NEMA規格は、アメリカなどの電気機器メーカーを会員として、用途に応じた工業製品の正しい選択と使用の手引きとなる規格の作成を目的として設立されたもので、用語、性能、品質、試験方法などの項目内容を規定しています。
なお、当該NEMA規格No.250規格において、それぞれのエンクロージャTypeに相当するIP等級が規定されています。

(1)屋内形(Type 1, IP10)、防滴形(防噴流・耐水形)(Type 4(4X), IP65またはIP56)、防浸形(Type 6, 6P, IP67)

(i) 屋内形電磁ケース(Type 1, IP10)

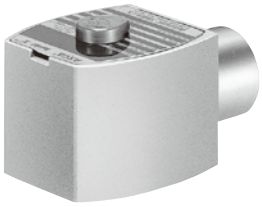
・Red Hatタイプ製品の標準電磁ケースです。
・Red Hatタイプ屋内形電磁ケースは、屋内の良好な環境下で使用するよう設計されています。型押鋼製で電磁コイルの外部からの衝撃等からの保護が目的のため、防滴・防塵構造とはなっておりません。
・アメリカNEMA規格のエンクロージャType 1、あるいはIEC 60529/JIS C 0920規格の保護等級IP10レベルの電気機器の保護等級を有しております。



(ii) 防滴形(防噴流・耐水形)電磁ケース
(Type 1, 2, 3, 3S, 4, 4X, IP65(防噴流形)またはIP56(耐水形))

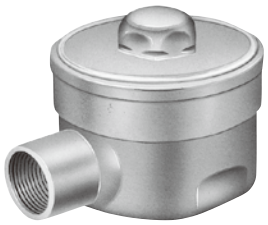
①Red Hat Ⅱタイプ(Type 1, 2, 3, 3S, 4, 4X, IP65(防噴流形))

・Red Hat Ⅱタイプ製品の標準電磁ケースです。
・Red Hat Ⅱタイプ屋外形電磁ケースは、屋外・屋内いずれでも使用できるよう設計されている樹脂モールド成形コイル一体形電磁ケースです。この電磁ケースは、外部からの塵、雨、水等から保護する構造となっています。
・アメリカNEMA規格のエンクロージャType 1, 2, 3 ,3S ,4 , 4X、あるいはIEC 60529/JIS C 0920規格の保護等級IP65レベルの電気機器の保護等級を有しております。
・ 電線管接続口は1/2 NPTが標準です。
・ Red Hat Ⅱ一体形端子箱付きジャンクションボックス構造のオプションもございます。(電線管接続口: 1/2NPTまたはG1/2)



②Red Hat “EF” タイプ(Type 3, 4, IP56(耐水形))

・Red Hatタイプ製品のアメリカNEMA防滴・防爆仕様のプレフィックス “EF” 付きオプションのメタルハウジング電磁ケースです。
・Red Hat “EF” タイプ屋外形電磁ケースは、屋外・屋内いずれでも使用できるよう設計されています。
・アメリカNEMA規格のエンクロージャType 3,4,7(Group C&D), 9(Group E～G)あるいはIEC 60529/JIS C 0920規格の保護等級IP56レベルの電気機器の保護等級を有しております。
・電線管接続口は1/2 NPTが標準です。



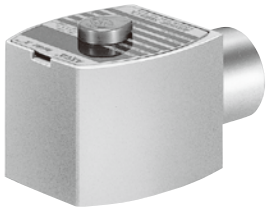
③DINコネクター 付き “SC” タイプ (IP65(防噴流形))

・ヨーロッパタイプのDINコネクターを取付けたプレフィックス”SC” 付き製品の標準電磁ケースです。
・ヨーロッパタイプのDINコネクター取付け製品の防滴形電磁ケースは、コネクターを取付けた状態で防噴流形の防滴性能を確保するよう設計されています。
・IEC 60529/JIS C 0920規格の保護等級IP65レベルの電気機器の保護等級を有しております。
・電線管接続口はPg9PまたはPg11Pが標準です。

(iii)防浸形電磁ケース(Type 6, 6P, IP67(防浸形))

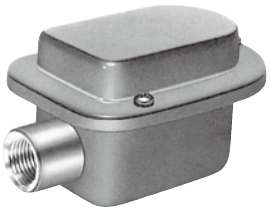
①Red Hat Ⅱ “EF” または”EV” タイプ(Type 6, 6P, IP67(防浸形))

・Red Hat Ⅱ タイプ製品のアメリカNEMA防滴・防爆仕様のプレフィックス“EF” または”EV” 付きオプションの樹脂モールド成形コイル一体形電磁ケースです。
・Red Hat Ⅱ “EF” または”EV” タイプ製品は、ある一定条件下で水中に浸した状態で水の浸入から保護するよう設計されています。
・アメリカNEMA規格エンクロージャType 3, 3S, 4, 4X, 6, 6P, 7(Group A～D), 9 (Group E～G) あるいは IEC 60529 / JIS C 0920規格の保護等級IP67レベルの電気機器の保護等級を有しております。
・電線管接続口は1/2 NPTが標準です。



②プレフィックス“WP" または “WS” 付きメタルハウジングタイプ
(Type 6, IP67(防浸形))

・プレフィックス“WP" または “WS” 付きオプションのメタルハウジング電磁ケースです。
・”WP”/ “WS” ハウジング付き製品は、ある一定条件下で水中に浸した状態で水の浸入から保護するよう設計されています。
・アメリカNEMA規格エンクロージャType 3, 3S, 4, 4X, 6あるいはIEC 60529/JIS C 0920規格の保護等級IP67レベルの電気機器の保護等級を有しております。
・電線管接続口は、国産およびアメリカ製については1/2 NPTが標準です。また、ヨーロッパ製についてはケーブルグランドが標準ですが、プレフィックスを”WPT(WST)” または”WPET(WSET)” に変更することでそれぞれ電線管接続口をM20または1/2NPTに変えることも可能です。



II　防爆構造電磁ケース (国内防爆構造電磁弁)
(労働安全衛生法にもとづく労働大臣制定「電気機械器具防爆構造規格(昭和44年労働省告示第16号)」のガス蒸気防爆規格準拠タイプ)

日本国内では、工場その他の事業所において、可燃性ガスまたは可燃性液体の蒸気(以下、一括して、「可燃性ガス」という)が存在し、または存在するおそれのあり爆発性雰囲気が生成される特定の危険度を有する危険区域(ゾーン)(以下、「危険区域」という)に設置される特定の電気機械器具について労働安全衛生法の適用を受け、厚生労働大臣またはその代行機関の型式検定を受けたものでなければその製造及び使用が禁止されています。

現在、そのような危険区域に設置される電気機械器具に関する規格として昭和44年(1969年)労働省制定「電気機械器具防爆構造規格」のみ存在しますが、実質的には異なる技術体系を有する2通りの基準が存在し、一般にそれぞれ「構造規格」、「国際整合防爆指針」と呼ばれています。いずれも労働省告示によるもので、国内ではこれらの規格により防爆電気機器の性能が規定され、型式検定合格品について検定基準に適合した危険度の区域に使用することができます。

なお、「構造規格」、「国際整合防爆指針」いずれも(社)産業安全技術協会(TIIS) が厚生労働大臣の型式検定代行機関として防爆電気機械器具の型式検定を行い、型式検定合格証を交付しています。

これら2つの規格の概要は次の通り。

「構造規格」:昭和44年労働省告示第16号による「電気機械器具防爆構造規格」。平成20年(2008年)基発第0925001号「労働安全衛生規則の一部を改正する省令の施行及び電気機械器具防爆構造規格及び昭和四十七年労働省告示第七十七号の一部を改正する告示の適用について」により改正。

防爆電気器具とそれが適応する可燃性ガスの分類は日本独自のもので、一般に「構造規格」と呼ばれます。「構造規格」に関する技術指針の参照図書としては、(独)労働安全衛生研究所指針「工場電気設備防爆指針(ガス蒸気防爆2006)」があります。

「国際整合防爆指針」:(独)労働安全衛生研究所が労働安全衛生総合研究所技術指針として定めた「工場電気設備防爆指針(国際規格に整合した技術指針2008)」。平成22年(2010年)基発0824第2号「電気機械器具防爆構造規格における可燃性ガスまたは引火性の物の蒸気に係る防爆構造の規格に適合する電気機械器具と同等以上の防爆性能を有するものの基準等について」で、IEC 規格に基づいて製造された防爆構造電気機械器具が、防爆構造規格に適合するものと同等以上の防爆性能を有することを確認するための基準として示されたものです。

国際規格に基づく基準としては、昭和63年(1988 年)以来「技術的基準」(略称)が用いられてきましたが、上記の通達の発出に伴い「技術的基準」は廃止され、代わって「国際整合防爆指針」に適合するものが「構造規格」に適合するものとして扱われることになりました。

[注意]日本工業規格(JIS)にも、危険区域で使用される防爆製品やシステムに関する規格が存在します(JIS C 0930～C 0935)。これらはIEC 60079シリーズのオリジナル規格にほぼ完全に即したものとなっており、上述の労働安全衛生法に対応したものとは異なります。

危険箇所の区分(IEC 60079-10 に相当)

特別危険箇所：連続し、長時間にわたり、又は頻繁に、ガス又は蒸気が爆発の危険のある濃度に達する恐れのある箇所。
第一類危険箇所：通常の状態において、特別危険箇所及び第二類危険箇所に該当しない箇所。
第二類危険箇所：通常の状態において、ガス又は蒸気が爆発の危険のある濃度に達する恐れが少なく、又は達している時間が短い箇所。

(1)「構造規格」に対応した電磁弁 (電磁ケース)
(昭和44年労働省告示第16号「構造規格」による)

「構造規格」では、対象とするガスを危険度に従って表2のように分類しています。すなわち、火炎逸走限界の値によって1～3の3 段階の爆発等級に分類され、さらにその発火点の値によってG1～G5の5 段階の発火度に分類されています。防爆電気機械器具の性能は、可燃性ガスに対して爆発等級および発火度で規定され、所定の性能を備えた防爆電気機械器具であることが(社)産業安全技術協会により認められたものについては、該当する爆発等級および発火度の記号を防爆構造の種類の記号を製品に表示することになっています。

ASCO®

表 1 「構造規格」による防爆電気機械器具の防爆性能の表示

表示項目	記号	記号の意味
防爆構造	なし	構造規格
防爆構造の種類	d f e o ia 又は ib ma 又は mb n s	耐圧防爆構造 内圧防爆構造 安全増防爆構造 油入防爆構造 本質安全防爆構造 樹脂充填防爆構造 非点火防爆構造 特殊防爆構造
爆発等級	1 2 3	火炎逸走限界の値による分類 爆発等級 1 2 3　3a は水性ガス及び水素 3b は二流化炭素 3c はアセチレン 3n はすべてのガス又は蒸気
発火度	G1 G2 G3 G4 G5	発火度の分類、発火点N値(℃) 450 を超えるもの 300 を超え 450 以下 200 を超え 300 以下 135 を超え 200 以下 100 を超え 135 以下

例：以上によりアスコ電磁弁の耐圧防爆記号　d2G4、d3aG4 は次の意味となります。

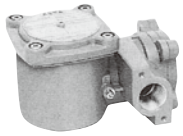
d　2　G4
- G4 — 発火度 135℃のガス又は蒸気雰囲気
- 2 — 爆発等級 2 のガス又は蒸気
- d — 耐圧防爆構造

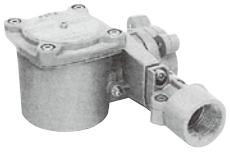
d　3a　G4
- G4 — 発火度 135℃のガス又は蒸気雰囲気
- 3a — 爆発等級 3a のガス又は蒸気(水素ガスなどを含む)
- d — 耐圧防爆構造

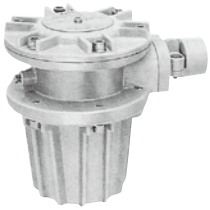
表 3　耐圧防爆構造電磁ケースの種類

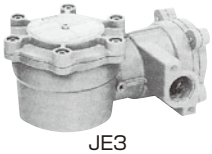
電磁ケース	記号の意味	防爆構造記号	絶縁等級	最高周囲温度(注)(℃) F種	最高周囲温度(注)(℃) H種	定格電力(W) AC	定格電力(W) DC
JE2	電線管ねじ結合方式 ねじ径　G 1/2	d2G4	F、H 種	50	60	6 9	9.7
JE22	耐圧パッキン方式 ケーブル外形 φ7.5～φ13.4						
JE3	電線管ねじ結合方式 ねじ径　G 1/2	d2G4	F、H 種	50	60	10.5 16.7 15.4 20	11.2 16.8
JE32	耐圧パッキン方式 ケーブル外形 φ7.5～φ13.4						
JE4	耐圧パッキン方式 ケーブル外形 φ7.5～φ17.4	d3aG4	H 種	—	60	15.4 20	16.8

⚠: 表中の最高周囲温度はあくまでも、当該形式検定合格品の電磁ケースの防爆性能限界を示したものであり、電磁弁としての最高周囲温度が異なる場合があります。各製品シリーズの頁をご参照ください。ただし、表中の最高周囲温度を超えることはありません。


JE2


JE22


JE4


JE3

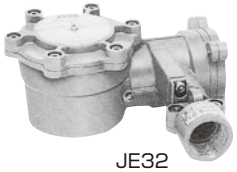

JE32

表 2 「構造規格」(特に耐圧防爆構造)による爆発等級と発火度の関係

- - - - - d2G4範囲 ——— d3aG4範囲

爆発等級(d) 注4 ＼ 発火度(G)			発火温度による分類 注3 450℃超過 G1	450℃以下 300℃超過 G2	300℃以下 200℃超過 G3	200℃以下 135℃超過 G4	135℃以下 100℃超過 G5
火災逸走限界すきによる分類 注1	0.6mm 超過	1	アセトン アンモニア イソブチルメチルケトン 一酸化炭素、エタン エチルメチルケトン o ーキシレン m ーキシレン p ーキシレン クロロベンゼン 酢酸、酢酸エチル スチレン、トルエン プロパン、ベンゼン メタノール、メタン	イソオクタン イソブチルアルコール エタノール 酢酸 n ーアミル 酢酸イソアミル 酢酸プロピル シクロヘキサノン 1 ーブタノール ブタン 無水酢酸	オクタン ガソリン シクロヘキサン デカン ブチルアルデヒド ヘキサン ヘプタン 1 ーペンタノール ペンタン	アセトアルデヒド エチルアルコール	
	0.6mm 以下 0.4mm 超過	2	石炭ガス	エチレン エチレンオキシド 1、4 ージオキサン 1、3 ーブタジエン プロピレンオキシド	イソプレン		
	0.4mm 以下	3 a	水性ガス、水素				
		3 b					二硫化炭素
		3 c 注2		アセチレン			

注1. 火災逸走限界すきは、すきの奥行25mmにおける値です。
注2. 爆発等級3において、記号a、b、cはそれぞれ表中に示した特定の可燃性ガスに対応するもので、危険度の序列を表すものではありません。
注3. 防爆構造の表示における爆発等級および発火度の記号は、その記号を表示した機器が当該記号以下(たとえば爆発等級2は爆発等級1および2，発火度G4は発火度G1、G2、G3およびG4)の分類に属する可燃性ガスに適用しうることを示します。
注4. 防爆構造記号 "d" は、耐圧防爆構造を示します。

なお、JEシリーズ電磁ケース(JE4 除く)については、防滴・防水性能としてIP 65(防噴流形)の保護等級を有することを確認しております。

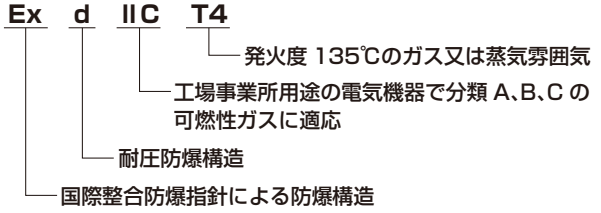
(2)「国際整合防爆指針」に対応した電磁弁(電磁ケース)
「工場電気設備防爆指針 JNIOSH-TR-NO.43(2008)による」

「国際整合防爆指針」では、対象とする可燃性ガスを直接分類せず、対応する可燃性ガスの爆発特性を考慮して防爆電気機械器具がグループIIA, IIB, IICのいずれかに分類されます。(これは、耐圧防爆構造、本質安全構造についてのみ。その他の防爆電気機械器具のグループはグループⅡのみとしている。)
さらに、防爆電気機械器具について、対応する可燃性ガスの発火温度を考慮してT1～T6の6段階の温度等級に分類されます。
防爆電気機械器具の性能は、可燃性ガスに対して防爆電気機械器具のグループおよび温度等級で規定され、所定の性能を備えている防爆電気機械器具であることが(社)産業安全技術協会により認められたものについては、該当する防爆電気機械器具のグループおよび温度等級の記号が「国際整合防爆指針」による防爆構造であることを示す「Ex」表示ならびに防爆構造の種類に続けてそれぞれ表示されます。

[注意]IEC規格では、防爆電気機械器具を炭坑用としてグループⅠ、また工場・事業所用としてグループⅡと分類していますが、当該「国際整合防爆指針」に関する防爆電気機械器具はこのうちグループⅡの工場・事業所用のみを対象としています。

表４　「国際整合防爆指針」による防爆電気機械器具の防爆性能表示

表示項目	記号	記号の意味
防爆構造	Ex	国際整合防爆指針
防爆構造の種類	d p e o ia 又は ib	耐圧防爆構造 内圧防爆構造 安全増防爆構造 油入防爆構造 本質安全防爆構造
防爆電気機器のグループ	Ⅱ	
耐圧防爆構造および本質安全構造の電気機器の分類されたグループ	Ⅱ A Ⅱ B Ⅱ C	工場事業所用のものであって 分類 A の可燃性ガスに適応 分類 B の可燃性ガスに適応 分類 C の可燃性ガスに適応
防爆電気機器の温度等級	 T1 T2 T3 T4 T5 T6	最高表面温度(℃) 450 300 200 135 100 85



[注意]「構造規格」と「国際整合防爆指針」の記号はそれぞれ異なる技術体系を有する規格をもとにしているため、単純に比較したり、置き換えたりする事はできません。置き換えが必要な場合には、いったん対象となる可燃性ガスの種類や爆発雰囲気の条件等初めに戻ってから、改めて対応する防爆記号に置き換えることになります。

7. メインシール・ガスケット材質

代表的なアスコ製品のメインシール材やガスケット材質として使用されている合成ゴム材、プラスチック材の特徴をまとめました。なお、これらはそれぞれの素材の一般的な性質を説明したもので、個々の製品の仕様とは異なります。

合成ゴム

1. NBR(ニトリルゴム)
一般的に広く使用されるゴム材で、アスコ製電磁弁の標準的なシール材です。耐油性、耐薬品性、耐磨耗性に優れ、機械的強度も高く、ほとんどの空気、水、軽油用途に使用できます。そのほか、希酸、アセチレン、石灰溶液、LPG及びテレビン油等にも使用できます。ただし、芳香族ガソリンや強酸には使用できません。
《標準的な使用温度範囲:-20˚C～+60˚C》

2. CR(クロロプレンゴム)
このゴム材は、もともと冷媒(フレオン 22)用に最適なシール材として使用されています。また、酸素仕様のシール材としても使用されます。
その他、アルコール、水、空気、アンモニアガス、アルゴンガスなどにも使用できます。ただし、溶剤や酸には適しません。
《標準的な使用温度範囲:-20˚C～+60˚C》

3. EPDM(エチレンプロピレンゴム)
一般に、NBRの適合温度範囲より高温の用途の温水用や蒸気用に使用されます。また、リン酸エステル系の液体に特に優れています。ただし、石油系炭化水素類には適しません。
《標準的な使用温度範囲:-10˚C～+149˚C》

4. FPM・FKM(フッ素ゴム)
NBRでは膨潤の問題で使用できないような石油系オイル、ガソリン、溶剤やジェット燃料などの炭化水素に非常に適します。そのほか、ケトン系をのぞく幅広い化学薬品に適合します。また、NBR よりも高温の用途で使用できます。
《標準的な使用温度範囲:-10˚C～+93˚C》

プラスチック

1. PTFE(四フッ化エチレン樹脂)
PTFEやPTFEにフィラーを混ぜたシール材は、上記の弾性シールとは異なり、非弾性のプラスチックです。この材質は、実質的にどのような腐食性流体にも侵されないため、あらゆる流体に使用できます。また、適合温度範囲も非常に広く、超低温流体から蒸気までディスクの材質として使用されます。ただし、特にガスのシール材として使用する場合にはある程度の漏れが予想されます。
《標準的な使用温度範囲:-196˚C～+178˚C》

8. 流体に対する選定ガイド

アスコ電磁弁は、さまざまな酸、アルコール、塩基性溶剤、ならびに腐食性のあるガスや液体の制御に使用できます。ただし、制御流体によっては、特殊な構造、材質の電磁弁が必要になる場合があります。
この選定ガイドは、さまざまな腐食性、非腐食性ガスや液体に対して比較的容易に適切な電磁弁の選定ができるようにしたものです。
なお、このガイドは、一般的なガイドラインを示したものです。実際のご注文の際にはご選定された電磁弁が、お客様の要求事項を満足しているかどうか充分ご確認いただきますようお願い申し上げます。
特殊な条件や仕様が要求される場合や、選定ガイドでご不明な点など電磁

弁の制御流体との適合性でご質問がございましたら、日本アスコのお近くの営業所までお気軽にお問い合わせください。

流体	流体の状態	推奨構成材質とご注文時の注意
アセチレン C_2H_2	無色の非常に可燃性の高いガスで、溶接や溶断機のほか、化学製品の原料としても使用されます。 水分を含んでいる場合、銅や銀または銅を66%以上含む合金は適しません。	本体材質がアルミニウム、ブラスあるいはステンレスの標準的な電磁弁をご選定ください。 AC電源の場合は、シェーディングコイル材質をアルミニウムにしてください。
アセトン CH_3COCH_3	無色の引火性の高い流体です。水やエーテルに可溶です。 ほとんどの金属材質は侵されません。	メインシール材をEPDM(サフィックス"E")に変更した標準的な電磁弁をご選定ください。PTFE(サフィックス"T")や金属シート材の機種も使用可能です。
アルゴン Ar	白熱灯、蛍光灯、ガス温度計などに使用されます。これらの用途でガスを注入する際に使用されるバルブは不純物が完全に除去されていなければなりません。 この他、アルゴン溶接機のガスとしても使用されます。	溶接機の用途に使用する場合は、本体材質がアルミニウムかブラスの標準電磁弁をご選定ください。 その他の用途の場合には、本体材質がステンレスの電磁弁をご選定いただき、不純物を取り除くためにクリーニングを行ってください。
アンモニア (無水、水溶液)	主に、冷媒の一種として使用されます。 わずかでも水分を含む場合は、ブラス材を侵します。	本体材質 ステンレスでメインシール材質CR(ｻﾌｨｯｸｽ"J")にして、特殊仕様の電磁弁をご選定ください。AC電源の場合は、シェーディングコイル材質をアルミニウムにしてください。
液化天然ガス、液体窒素、 液体酸素		超低温ガス用電磁弁をご選定ください。
エチルアルコール(エタノール) C_2H_5OH	酒精とも呼ばれるアルコールの一種で、一般に溶剤やラジエターの不凍液またはロケット燃料などに使用されます。	弾性シール材を使用した標準的な電磁弁をご選定ください。
エチレングリコール(グリコール) $HOCH_2CH_2OH$	不凍液やブレーキオイル用として使用されます。また、染色溶剤としても使用されます。	弾性シール材を使用した標準的な電磁弁をご選定ください。
LPガス(液化石油ガス)	プロパンガスの項を参照ください。	LPガス用電磁弁をご選定ください。
塩酸 HCl	腐食性のある液体です。	アスコ3,4方向電磁弁をパイロット弁として、適切なボールバルブをご選定ください。
塩素 Cl_2	刺激臭のある有毒な気体で、有機物の組織や金属を侵します。用途としては、繊維や製紙の漂白のほかさまざまな化学品の原料などがあります。	アスコ3,4方向電磁弁をパイロット弁として、適切なボールバルブをご選定ください。
苛性ソーダ NaOH	「水酸化ナトリウム」のことです。	
ガソリン	特殊および高性能ガソリンの中には添加剤や芳香族系物質を含むものがあります。このため、合成ゴム材が膨潤したり、あるいは可塑剤が溶出したりする可能性があります。	メインシール材をFPM(サイフィックス"V")に変更した電磁弁をご選定ください。
空気(潤滑エア)	ポンプやその他の装置からの潤滑油を含む空気です。あるいは、配管に取付けられたエアセットにより強制的に潤滑油を含んだ空気です。	弾性シール材を使用した標準的な電磁弁をご選定ください。
空気(乾燥空気・ガス) (潤滑油を含まない)	一般に計装エアとして使用されます。その他、水分や油分を嫌う用途で用いられます。	特殊仕様の電磁弁が必要な場合があります。高頻度・長寿命電磁弁のシリーズをご参照ください。なお、標準製品仕様として、計装エアを想定している場合はこの限りではありません。
クーラントオイル(切削油)	旋盤やその他工作機械の切削油やクーラントとして使用されます。	お問い合わせください。
軽油(ディーゼル燃料)	石油系油の一つで、ディーゼルエンジンの燃料として使用されます。	メインシール材をFPM(サイフィックス"V")に変更した標準的な電磁弁をご選定ください。
コーヒー	自動、半自動販売機	ステンレスあるいは樹脂製電磁弁を使用してください。
酢酸 CH_3COOH	標準的な水溶液濃度: 28%, 56%, 70%, 80%, 98%など	濃度40%以下の場合: 本体材質 SUS316でメインシール材質EPDM(ｻﾌｨｯｸｽ"E")の常時閉形電磁弁をご選定ください。
酢酸(氷酢酸) CH_3COOH	濃度99.9%の固体または液体です。	アスコ3,4方向電磁弁をパイロット弁として、適切なボールバルブをご選定ください。

流体	流体の状態	推奨構成材質とご注文時の注意
酸化エチレン (エチレンオキシド) $(CH_2)_2O$	常温で無色の気体で、非常に可燃性の高い物質です。殺菌や消毒のほかガソリンの添加剤としても使用されます。ほとんどの弾性剤は膨潤する傾向にあります。また、ブラス、銅、銀材質との併用は、爆発の危険性があり使用できません。	メタルシートで、本体材質がステンレスの電磁弁をご選定ください。 AC電源の場合は、シェーディングコイル材質をアルミニウムにしてください。
酸素(ガス) O_2	さまざまな燃料とともに、炉や溶断機、溶接機や熱処理に使用されます。 酸素自体は不燃性ガスですが、炭化水素と反応して可燃性ガスの発生を伴い自然発火・燃焼することがあります。	本体材質が金属で、メインシール材をFPM(サフィックス"V")あるいはCR(サフィックス"J")に変更した電磁弁をご選定いただき、さらに炭化水素系物質による汚染を防止するために特殊クリーニングを指示してください。 サフィックス"N"をつけて適用電磁弁をご指示ください。
ジェット燃料	ジェットエンジンに用いられる燃料で、灯油に似た性質を有する石油系の液体です。 芳香族系物質を多く含んだジェット燃料の場合、合成ゴムを侵します。	メインシール材をFPM(サフィックス"V")に変更した電磁弁をご選定ください。PTFE(サフィックス"T")や金属シート材の機種も使用可能です。
四塩化炭素 CCl_4	主に金属の脱脂処理剤として使用されます。 また、消火器用や溶剤、ドライクリーニング溶液としても使用されます。 有毒で、充分に換気のきいた場所で取り扱う必要があります。	ディスクのシール材をFPM(サフィックス"V")あるいはPTFE(サフィックス"T")に変更した標準的な電磁弁をご選定ください。内部パイロット形の場合はメインシール材をFPM(サフィックス"V")に変更した電磁弁をご選定ください。また、メタルシートの製品も使用できます。
硝酸 HNO_3	通常、硝酸濃度約60%の水溶液をさします。	本体材質がステンレスでディスクのシール材をPTFE(サフィックス"T")に変更した電磁弁をご選定ください。AC電源の場合は、シェーディングコイル材質をアルミニウムにしてください。 金属シート材の機種も使用可能です。 なお、対応可能な上限の流体温度は40℃です。
硝酸(発煙硝酸) HNO_3	純硝酸を86%以上含有する濃硝酸です。 常温で窒息性のNO_2の褐色気体を発生するため非常に取扱いが困難です。	
重油、油 (A, B, C重油)	内燃機関用、ボイラーおよび各種炉用の燃料として使用されます。	それぞれの(動)粘度にあわせて油用および重油用電磁弁からご選定ください。汎用電磁弁をご使用の場合はシール材をFPM(サフィックス"V")に変更した電磁弁をご選定ください。
植物油	種子、果物、植物より抽出した食用油で、ピーナッツオイルや綿実油などがあります。	弾性シールを使用した標準的な電磁弁をご選定ください。
食用酢	酢酸を希釈して添加物を入れた水溶液です。	本体材質がステンレスでディスクのシール材をEPDM(サフィックス"E")に変更した電磁弁をご選定くださいFPM(サフィックス"V")を使用することができる場合もあります)。
真空		真空用電磁弁の項を参照ください。
水酸化ナトリウム (苛性ソーダ) NaOH	紙・パルプ産業で使用されています。また、洗剤や石鹸の原料として、あるいは繊維加工にも使用されます。 一般的に濃度50%～73%程度の水溶液が使用されています。 気体に触れると結晶化します。	本体材質がステンレスでディスクのシール材をEPDM(サフィックス"E")に変更した電磁弁をご選定ください。 金属シート材の機種やシール材をPTFE(ｻﾌｨｯｸｽ"T")に変更した電磁弁も使用可能です。 リークや作動不良を防止する為、洗浄等流体が結晶しないような対策が必要です。
水素 H_2	空気に触れた場合、非常に高い可燃性を示します。	弾性シール材を使用した電磁弁をご選定ください。
スチームの復水	スチームボイラーからの復水は、二酸化炭素や酸素がいろいろな濃度で溶解しています。	本体材質がブラスでディスクのシール材をEPDM(サフィックス"E")に変更した電磁弁をご選定ください。温水、蒸気用電磁弁の項を参照ください。
石炭ガス (コークス炉ガス)	可燃性ガスで、家庭用や工業用の暖房用に使用されます。	本体材質がスチールかステンレスで、メインシール材をFPM(サフィックス"V")に変更した電磁弁をご選定ください。
窒素 N_2	比較的不活性で安定したガスで、熱処理、洗浄や溶接用に使用されます。	弾性シール材を使用した標準的な電磁弁をご選定ください。
テトラクロロエチレン (パークロロエチレン) $Cl_2C=CCl_2$	ドライクリーニング用溶剤や脱脂処理に使用されます。	メインシール材をFPM(サフィックスV")に変更した電磁弁をご選定ください。ただし、ダイアフラム構造の電磁弁は使用できません。
テレビン油	塗料、ワニス、ラッカーの溶剤やシンナーとして使用されます。	メインシール材をFPM(サフィックス"V")に変更した標準的な電磁弁をご選定ください。
天然ガス	一般的な暖房用の燃料です。	燃焼ガス用電磁弁をご選定ください。
灯油	一般的にクリーニング用溶剤や暖房用の燃料に使用されます。	メインシール材をFPM(サフィックス"V")に変更した標準的な電磁弁をご選定ください。

流体	流体の状態	推奨構成材質とご注文時の注意
都市ガス	「天然ガス」の項を参照ください。	
トリクロロエチレン $ClHC=CCl_2$	一般的な脱脂用溶剤です。不燃性で、非常に有毒です。充分に換気のきいた場所で取り扱う必要があります。	流体に水分を含まない乾燥した条件の場合、本体材質がブラスでディスクやガスケットなどのメインシール材をFPM(サフィックス"V")に変更した標準の電磁弁をご選定ください。水分を含むときは、ステンレス材を使用してください。金属シート材の機種やシール材をPTFE(サフィックス"T")に変更した電磁弁も使用可能です。
トルエン (トルオール) $C_6H_5CH_3$	メチルベンゼンとも呼ばれます。 コールタールから得られる石油系油の一種です。航空機用やハイオクガソリンに使用されます。また、塗料、コーティング材、その他樹脂用の溶剤としても使用される。 可燃性のある液体です。	ディスクやガスケットなどのメインシール材をFPM(サフィックス"V")に変更した標準の電磁弁をご選定ください。
ナフサ	石油、コールタールなどから得られる石油系揮発油の一種です。	メインシール材として標準のNBRか、あるいはFPM(サフィックス"V")に変更した標準的な電磁弁をご選定ください。
二酸化炭素 (気体・液体) CO_2	工業用の冷凍、冷凍食品や炭酸飲料の製造に使用されます。また、消火器や溶接機などにも使用されます。	ガスの圧力が0.7MPa未満なら、メインシール材にNBRを用いた標準的な電磁弁をご選定ください。 ガスの圧力が0.7MPa以上なら、液化炭酸ガス用264シリーズ電磁弁をご選定ください。
ブタン C_4H_{10}	LPガス(液化石油ガス)の主成分の一つで、家庭用および工業用燃料として使用されます。また、冷媒やエアーゾルの充填ガスとしても使用されます。	LPガス用電磁弁をご選定ください。
「フレオン」剤	超音波脱脂洗浄装置に使用される一般的な溶剤の商品名です。	メタルシートあるいはNBR弾性シートいずれかを用いた電磁弁をご選定ください。
プロパンガス C_3H_8	LPガス(液化石油ガス)の主成分の一つで、ガス缶に充填して家庭用燃料として使用されます。	LPガス用電磁弁をご選定ください。
ヘリウム He	不活性ガス(希ガス)で、熱処理、洗浄や溶接用に使用されます。	弾性シール材を使用した標準的な電磁弁をご選定ください。
ベンゼン (ベンゾール) C_6H_6	ワックス、樹脂、合成ゴム、その他有機化合物製造に用いられる溶剤です。燃料やガソリン、その他の添加剤としても使用されます。	ディスクやガスケットなどのメインシール材をFPM(サフィックスV")あるいはPTFE(サフィックス"T")に変更した標準の電磁弁をご選定ください。
水(真水)	塩分などの混じらない水です。	弾性シール材を使用した標準的な電磁弁をご選定ください。 炭酸ガスを含む場合は、pHが少し酸性になり亜鉛脱離作用によってシート部が腐食を起こします。このような場合には、ステンレスか樹脂製のバルブを使用してください。
水(温水)	100°Cに近い温度の温水は、減圧弁や配管の影響により蒸気になります。	温水用電磁弁、あるいは仕様の適合した標準的な電磁弁をご選定ください。
水(高圧水)	3.5 MPaを越える高圧水を制御する場合は、浸食やウォータハンマを考慮しておかなければなりません。高圧用電磁弁をご選定ください。	高圧用電磁弁をご選定ください。
水(蒸留水・脱イオン水)	清浄な水で、脱イオン水ということもあります。不純物がありません。	本体材質がステンレスでディスクのシール材をEPDM(サフィックス"E")に変更した電磁弁をご選定ください。ステンレスシート材の機種やシール材をPTFE(サフィックス"T")に変更した電磁弁も使用可能です。
水(海水・塩水)	電食のため取扱いが困難です。	アスコ3,4方向電磁弁をパイロット弁として、適切なボールバルブをご選定ください。
水(ボイラ給水用)	ボイラー用配管の腐食防止用の添加剤を含んでいます。	本体材質がステンレスで、メインシール材をFPM(サフィックス"V")に変更した電磁弁をご選定ください。
メチルアルコール (メタノール) CH_3OH	木精とも呼ばれるアルコールの一種で、一般に自動車の不凍液または溶剤、航空燃料やロケット燃料などに使用されます。	標準の電磁弁をご選定ください。 なお、液体に高い純度が要求される場合には、ボディ材質がステンレスのものを使用してください。
メチルエチルケトン(MEK) $CH_3COC_2H_5$	ラッカー、塗料、セメント、接着剤などに使用されます。可燃性のある液体です。	メインシール材をEPDM(サフィックス"E")に変更した標準的な電磁弁をご選定ください。PTFEや金属シート材の機種も使用可能です。
油圧オイル	石油系オイルで、動粘度は通常7～65mm^2/sの範囲です。	弾性シール材を使用した標準的な電磁弁をご選定ください。
硫化カリウム K_2S	化学肥料の原料として使用されます。 そのほか、アルミニウムやガラスの製造に使用されます。	本体材質がステンレスの標準的な電磁弁をご選定ください。
硫酸 H_2SO_4	粘性のある非常に腐食性の高い液体で、有機化合物やさまざまな金属を酸化させます。 金属の酸洗いや洗浄のほかバッテリー、めっきなどにも使用されます。さらに、爆薬や肥料の原料としても使用されます。	アスコ3,4方向電磁弁をパイロット弁として、適切なボールバルブをご選定ください。

9. 電磁弁が故障かな？と思ったら…

電磁弁は、とてもシンプルで信頼性の高い機器です。電磁弁の使用されている用途のトラブルの中には、電磁弁以外が原因となっている場合が多くみられます。また、使用条件にあった適切な製品選定がなされていなかったり、取付け不備や、異物の混入などもトラブルの原因となります。
電磁弁を組み込んだ装置や機器で電磁弁が故障したかな？と思われた場合は、まず、供給電圧と圧力のチェックから始めてください。実際の電磁弁の作動不良原因が、制御用コントロールリレーの作動不良、もしくはレギュレータの不良等によるものかもしれません。もし、供給電圧と圧力が適正であれば、そのときは電磁弁自体を詳しく調べてください。
以下は、典型的なトラブル事例を事象別にその考えられる原因と対策をまとめたものです。ご参照ください。

1. 事象別

(1) 通電すると異音・うなり音がする。…… **1**
(2) 通電しても、バルブが作動しない。
　A. 直動形電磁弁の場合…… **2** **3**
　B. 内部パイロット形電磁弁の場合…… **3**
(3) 無通電状態でも、バルブが閉じない、開かない、あるいは切り換わらない。
　A. 直動形電磁弁の場合…… **4**
　B. 内部パイロット形電磁弁の場合…… **5**
(4) 外部漏れがある。…… **6**
(5) その他…… **7**

2. 考えられる原因と対策

1 異音・うなり音（AC電源の場合）

現象：耳障りなうなり音です。放置するとコアとプラグナットが急速に摩耗し、電磁弁の作動不良やコイルの焼損につながります。

原因・対策

・供給電圧が低すぎる可能性があります。
　電気回路をチェックし、供給電圧を確認してください。特別な場合をのぞき、コイルに印加する電圧は、製品に記載されている定格電圧の90%以上を最低確保してください。
・可動コアやプラグナット表面への異物の混入している可能性があります。
　分解して可動コアやコアチューブ内の異物等をチェックし、電磁弁内を完全に清掃するか、もしくは部品交換する必要があります（製品添付の取扱説明書をご参照ください）。
・可動コアが摩耗している可能性があります。
　製品の機械寿命です。新品と取り替えるか、リビルドキットで部品交換してください。
・スプリングが損傷している可能性があります。
　分解して部品交換する必要があります（製品添付の取扱説明書をご参照ください）。

＊問題が解決しない場合は、日本アスコのお近くの営業所あるいはアスコ製品取扱店までお気軽にお問い合わせください。

2 通電しても、バルブが作動しない（開かない、閉じない、あるいは切り換わらない）。

「直動形電磁弁の場合」

原因・対策

・可動コアが吸引されていない。
　－正常に可動コアが吸引されている場合、通電時に可動コアとプラグナットの金属同士が接触して「クリック音」が聞こえます（静粛仕様構造をのぞく）。
　A. コイル自体が通電されていない可能性があります。
　　電気回路をチェックしてください。
　B. 供給電圧が低すぎる可能性があります。
　　電気回路をチェックし、供給電圧を確認してください。特別な場合をのぞき、コイルに印加する電圧は、製品に記載されている定格電圧の90%以上を最低確保してください。
　C.流体の圧力差が大きすぎる可能性があります。
　　バルブ前後の圧力差を銘板に記載されている定格最高作動圧力差の範囲に収めるか、仕様の適合した製品へ取り替える必要があります。
　D.コイルが焼損して断線している可能性があります。
　　さまざまな原因が考えられます。お問い合わせください。

・このほか、2方向常時開形についてバルブが閉じない原因としては、オリフィスへの異物のかみ込みや可動コアのディスクの損傷などが考えられます。

＊問題が解決しない場合は、日本アスコのお近くの営業所あるいはアスコ製品取扱店までお気軽にお問い合わせください。

3 通電しても、バルブが作動しない（開かない、閉じない、あるいは切り換わらない）。

「内部パイロット形電磁弁の場合」

原因・対策

・可動コアが吸引されていない。
　― 正常にコアが吸引されている場合、通電時に可動コアとプラグナットの金属同士が接触して「クリック音」が聞こえます（静粛仕様構造をのぞく）。
　A. コイル自体が通電されていない可能性があります。
　　電気回路をチェックしてください。
　B. 供給電圧が低すぎる可能性があります。
　　電気回路をチェックし、供給電圧を確認してください。特別な場合をのぞき、コイルに印加する電圧は、製品に記載されている定格電圧の90%以上を最低確保してください。
　C.流体の圧力差が大きすぎる可能性があります。
　　バルブ前後の圧力差を銘板に記載されている定格最高作動圧力差の範囲に収めるか、仕様の適合した製品へ取り替える必要があります。
　D.コイルが焼損して断線している可能性があります。
　　さまざまな原因が考えられます。お問い合わせください。

＊問題が解決しない場合は、日本アスコのお近くの営業所あるいはアスコ製品取扱店までお気軽にお問い合わせください。

・可動コアは吸引されているが、バルブが作動しない、あるいは切り換わらない。
　― 通電時に可動コアとプラグナットの金属同士が接触する「クリック音」が聞こえても電磁弁が作動しないことがあります。
　A. 流体が供給されていない可能性があります。
　　内部パイロット形電磁弁は、供給される流体の圧力差を利用して作動します。バルブに流体を供給した状態で作動させてください。
　B. 流体の圧力差が小さすぎる可能性があります。
　　バルブ前後の圧力差を銘板に記載されている定格最低作動圧力差を確保するか、仕様の適合した製品へ取り替える必要があります。
　C. パイロットオリフィスやブリードオリフィスに異物のかみ込んでいる可能性があります。
　　分解してパイロットオリフィスやブリードオリフィス異物等をチェックし、電磁弁内を完全に清掃するか、もしくは部品交換する必要があります（製品添付の取扱説明書をご参照ください）。
　D. ダイアフラムやピストンが損傷している可能性があります。

分解して部品交換する必要があります(製品添付の取扱説明書をご参照ください)。

E. スプリングが損傷している可能性があります。
分解して部品交換する必要があります(製品添付の取扱説明書をご参照ください)。

このほか、2方向常時開形についてバルブが閉じない原因としては、メインオリフィスへの異物のかみ込みなどが考えられます。

＊問題が解決しない場合は、日本アスコのお近くの営業所あるいはアスコ製品取扱店までお気軽にお問い合わせください。

4 無通電状態で、バルブが閉まらない、開かない、あるいは切り換わらない。
「直動形電磁弁の場合」
原因・対策
・可動コアがプラグナットから離れていない。

A. 電源が切れていないか、あるいは漏れ電流の影響が考えられます。
電気回路をチェックしてください。

B. 異物が混入し、コアチューブ内で可動コアが動かなくなっている可能性があります。
分解して可動コアやコアチューブ内の異物等をチェックし、電磁弁内を完全に清掃するか、もしくは部品交換する必要があります(製品添付の取扱説明書をご参照ください)。

C. ゲル状の異物が可動コアとプラグナットを固着させている可能性があります。
分解して可動コアやコアチューブ内をチェックし、電磁弁内を完全に清掃するか、部品交換するか(製品添付の取扱説明書をご参照ください)、新品に交換する必要があります。

＊問題が解決しない場合は、日本アスコのお近くの営業所あるいはアスコ製品取扱店までお気軽にお問い合わせください。

・可動コアがプラグナットから離れているが、バルブが完全に閉止しない、あるいは開かない。

A. オリフィスに異物がかみ込んでいる可能性があります。
分解してオリフィス異物等をチェックし、電磁弁内を完全に清掃するか、部品交換する必要があります(製品添付の取扱説明書をご参照ください)。

B. 可動コアのディスクが損傷し、オリフィスを完全にシールできていない可能性があります。
分解して可動コアのディスクをチェックし、部品交換する必要があります(製品添付の取扱説明書をご参照ください)。

C. 可動コアのスプリングが破損あるいは欠落し、オリフィスを完全にシールできていない、あるいはバルブを開けない可能性があります。
分解して可動コアのスプリングをチェックし、部品交換する必要があります(製品添付の取扱説明書をご参照ください)。

＊問題が解決しない場合は、日本アスコのお近くの営業所あるいはアスコ製品取扱店までお気軽にお問い合わせください。

5 無通電状態で、バルブが閉まらない、開かない、あるいは切り換わらない。
「内部パイロット形電磁弁の場合」
原因・対策
・可動コアがプラグナットから離れていない。

A. 電源が切れていないか、あるいは漏れ電流の影響が考えられます。
電気回路をチェックしてください。

B. 異物が混入し、コアチューブ内で可動コアが動かなくなっている可能があります。
分解して可動コアやコアチューブ内の異物等をチェックし、電磁弁内を完全に清掃するか、部品交換する必要があります(製品添付の取扱説明書をご参照ください)。

C. ゲル状の異物が可動コアとプラグナットを固着させている可能性があります。
分解して可動コアやコアチューブ内をチェックし、電磁弁内を完全に清掃するか、もしくは部品交換するか(製品添付の取扱説明書をご参照ください)、あるいは新品に交換する必要があります。

＊問題が解決しない場合は、日本アスコのお近くの営業所あるいはアスコ製品取扱店までお気軽にお問い合わせください。

・可動コアがプラグナットから離れているが、バルブが閉まらない、開かない、あるいは切り換わらない。

A. 流体が供給されていない可能性があります。
内部パイロット形電磁弁は、供給される流体の圧力差を利用して作動します。バルブに流体を供給した状態で作動させてください。

B. 流体の圧力差が小さすぎる可能性があります。
バルブ前後の圧力差を銘板に記載されている定格最低作動圧力差を確保するか、仕様の適合した製品へ取り替える必要があります。

C. メインオリフィス、パイロットオリフィスあるいはブリードオリフィスに異物がかみ込んでいる可能性があります。
分解してメインオリフィス、パイロットオリフィスやブリードオリフィス異物等をチェックし、電磁弁内を完全に清掃するか、部品交換する必要があります(製品添付の取扱説明書をご参照ください)。

D. ダイアフラムやピストンが損傷している可能性があります。
分解して部品交換する必要があります(製品添付の取扱説明書をご参照ください)。

E. スプリングが破損、欠落している可能性があります。
分解して部品交換する必要があります(製品添付の取扱説明書をご参照ください)。

＊問題が解決しない場合は、日本アスコのお近くの営業所あるいはアスコ製品取扱店までお気軽にお問い合わせください。

6 外部漏れがある
原因・対策
・ソレノイド部とバルブ部本体のネジがゆるんでいる可能性があります。
規定のトルク値で増し締めしてください(製品添付の取扱説明書をご参照ください)。
・配管のネジ仕様が異なっている可能性があります。
配管側か電磁弁側いずれかのネジ仕様を適切なものに変更してください。

＊問題が解決しない場合は、日本アスコのお近くの営業所あるいはアスコ製品取扱店までお気軽にお問い合わせください。

7 その他の原因
次の場合も、無通電時にうまく作動しない場合があります。
・制御回路不良・不備など